

2004/07/08

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-327484

(P2000-327484A)

(43) 公開日 平成12年11月28日 (2000. 11. 28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト* (参考)

C 3 0 B 29/04

C 3 0 B 29/04

X 3 G 0 1 6

C 2 3 C 14/06

C 2 3 C 14/06

F 4 G 0 7 7

F 0 1 L 1/14

F 0 1 L 1/14

B 4 K 0 2 9

1/16

1/16

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-138149

(22) 出願日 平成11年5月19日 (1999. 5. 19)

(71) 出願人 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72) 発明者 小飼 亜紀

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(72) 発明者 森 崇

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(74) 代理人 100076705

弁理士 塩出 真一 (外1名)

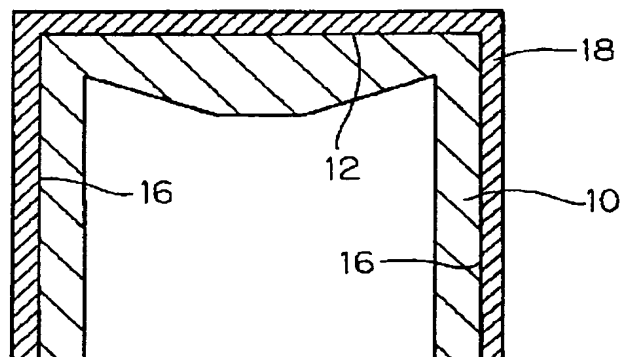
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タペット

(57) 【要約】

【課題】 摩擦損失を抑えて内燃機関の燃費を向上させ、省資源化を図る。摺動部での耐摩耗性及び耐焼付性を向上させ、タペット、カム、シリンダーヘッドのタペットと摺動する穴の内面の耐久性を向上させる。エンジン内の過酷な摺動条件でも、はく離や割れ等が生じないようにする。タペットの大きさを小さくして軽量化を図り、動力損失を少なくする。

【解決手段】 内燃機関の吸排気弁を開閉駆動させるための、カムと摺動するタペットにおいて、タペット本体10のカムとの摺動面12及びシリンダーヘッドの穴との摺動面16に、摩擦抵抗が小さく耐久性に優れ、適度な靱性及び密着性を有するダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜のコーティング層18を形成させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の吸排気弁を開閉駆動させるための、カムと摺動するタペットにおいて、タペットのカムとの摺動面及びシリンダーヘッドの穴との摺動面にダイヤモンドライクカーボン膜をコーティングしてなることを特徴とするタペット。

【請求項 2】 内燃機関の吸排気弁を開閉駆動させるための、カムと摺動するタペットにおいて、タペットのカムとの摺動面にダイヤモンドライクカーボン膜をコーティングしてなることを特徴とするタペット。

【請求項 3】 ダイヤモンドライクカーボン膜がコーティングされるタペットが浸炭焼入れを施された鋼材からなる請求項 1 又は 2 記載のタペット。

【請求項 4】 ダイヤモンドライクカーボン膜のコーティング層が 0.5～2 μm の厚さである請求項 1、2 又は 3 記載のタペット。

【請求項 5】 ダイヤモンドライクカーボン膜がコーティングされるタペットの面が、ダイヤモンドライクカーボン膜の膜厚と同程度以下の粗面である請求項 1～4 のいずれかに記載のタペット。

【請求項 6】 コーティングされたダイヤモンドライクカーボン膜が、スクラッチ試験においてき裂やはく離によって生じる AE (アコースティックエミッション) の発生荷重が 15N 以上である、十分な靱性及び密着性を有する請求項 1～5 のいずれかに記載のタペット。

【請求項 7】 コーティングされたダイヤモンドライクカーボン膜が、プラズマ CVD、スパッタリング及びイオンプレーティングのいずれかで形成されてなる請求項 1～6 のいずれかに記載のタペット。

【請求項 8】 コーティングされたダイヤモンドライクカーボン膜が、超硬合金上でヌーブ硬さ 1000～2000 kg/mm^2 の硬度を有している請求項 1～7 のいずれかに記載のタペット。

【請求項 9】 タペットの摺動面とダイヤモンドライクカーボン膜のコーティング層との間に Si を含む中間層が形成されてなる請求項 1～8 のいずれかに記載のタペット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関の吸排気弁を開閉駆動させるための、カムと摺動するタペットに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 直打式動弁機構において、タペットは、カムシャフトのカムによって回転されている最中、中間部上面を押され、これによって吸気あるいは排気バルブを開閉操作する。バルブは外周に配置されたスプリングによって常時上方に押されている。したがって、バルブの開動作はカムシャフトのカムにおける突出部がタペットの中間部上面を押圧した時のみ行われ、カムシャフト

の回転数が速くなると、摺動速度の増加が生じ、より過酷な使用条件となる。

【0003】 従来から、一般的に、タペットは浸炭材を研削仕上げたものが用いられている。また、特開平 3-172504 号公報には、カムと摺動するバルブリフト (タペットと同義) の鋼製平坦部に、金属クロムとクロム窒化物との混合被膜を特定の厚みで形成させることにより、耐摩耗性及び耐焼付性を向上させる技術が記載されている。また、特開平 6-294307 号公報には、表面に最大表面粗さ (R_{max}) が 2.0 μm 以下であるダイヤモンド被膜を有するアジャスティングシムを、タペットとカムの間に置くことにより、カムやタペットの摩耗を少なくする技術が記載されている。また、特開平 7-118832 号公報には、シムの表面を 0.3 μmRz 程度にまで仕上げた後、アーク式イオンプレーティング法によって窒化チタンによるコーティングを形成させることが開示されており、このシムをタペットとカムの間に置き、カムとの摺り合わせ運転を行うと、窒化チタン上のドロップレットの効果でシム表面も基材と同レベルの 0.01～0.3 μmRz にまで鏡面化することが記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 内燃機関の燃費を向上させ、省資源化を図るためには、動弁機構の場合、タペットのカム等との摺動部での摩擦抵抗を小さくし摩擦損失を最小限に抑えることが必要であるが、従来から用いられている浸炭材製のタペットでは摩擦損失を小さくすることに限界がある。また、カム、タペット及びシリンダーヘッドのタペットと摺動する穴の内面の耐久性を向上させるには、摺動部での耐摩耗性及び耐焼付性を向上させる必要があるが、従来から用いられている浸炭材製のタペットはカム及びシリンダーヘッドの穴の内面を摩耗させやすく、摺動部の耐摩耗性等の向上に限界がある。

【0005】 また、タペットの摺動部に金属クロムとクロム窒化物との混合被膜等を形成させる場合、金属クロムとクロム窒化物との混合被膜等は、それ自身の耐摩耗性は大きい、摺動相手材を摩耗させやすく、また、摩擦抵抗の低減にも限界がある。また、シムにコーティングを施し、タペットとカムとの間の摺動特性を改善させる方法では、タペットとカムの間のタペット上にシムを置くので、タペット全体の大きさを小さくすることができず、タペットの重量増大の原因となり、動力損失につながる。また、タペットとシリンダーヘッドの穴との摩擦損失の低減は図れない。また、ダイヤモンド被膜や金属クロムとクロム窒化物との混合被膜や窒化チタン被膜をコーティングすると、基材の表面粗さよりもコーティング後の表面粗さの方が悪くなる。

【0006】 本発明は上記の諸点に鑑みなされたもので、本発明の目的は、タペットのカムとの摺動面 (及びシリンダーヘッドの穴との摺動面) に、摩擦抵抗が小さ

10

20

30

40

50

3

く耐久性に優れ、適度な靱性及び密着性を有するダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜をコーティングすることにより、摩擦損失を最小限に抑えて内燃機関の燃費を向上させ省資源化を図ることができ、かつ、摺動部でのタペット及び摺動相手材の摩耗を低減させて耐久性を向上させることができ、しかも、内燃機関内の過酷な摺動条件でもはく離や割れ等が生じることがなく、また、コーティングによって表面仕上げ粗さが悪くならないタペットを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明のタペットは、内燃機関の吸排気弁を開閉駆動させるための、カムと摺動するタペットにおいて、タペットのカムとの摺動面及びシリンダーヘッドの穴との摺動面にダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜をコーティングしてなる構成とされている(図2参照)。また、本発明のタペットは、内燃機関の吸排気弁を開閉駆動させるための、カムと摺動するタペットにおいて、タペットのカムとの摺動面にダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜をコーティングしてなることを特徴としている(図1参照)。

【0008】ダイヤモンドライクカーボン(Diamond Like Carbon)は、非常に低い摩擦係数を有しており、摺動相手材を摩耗させにくく、また、自身も摩耗しにくい性質を有している。構造的には、炭素が四配位の結合(SP^3 結合)を持っはいるが、部分的に SP^2 結合や水素との結合を含むために長距離秩序的には決まった結晶構造を持たないアモルファス構造となっている。したがって、特性的には、多くの点でダイヤモンドと類似しているが、膜表面が極めて平滑であること等の点でダイヤモンドとの違いがある。

【0009】上記の本発明のタペットにおいて、ダイヤモンドライクカーボン膜がコーティングされるタペットは、例えば、浸炭焼入れを施された鋼材である。また、これらの本発明のタペットにおいて、ダイヤモンドライクカーボン膜のコーティング層は、 $0.5 \sim 2 \mu m$ の厚さ、望ましくは、 $1 \mu m$ 程度の厚さを有している。DLC膜のコーティング層を $0.5 \sim 2 \mu m$ の厚さとした理由は、 $0.5 \mu m$ 未満の厚さでは、被膜としての特性を十分に発揮できないからである。一方、 $2 \mu m$ を越える厚さとしても、被膜特性は向上せず、製造時間と製造費用の面で不利になり、また、膜内残留応力の増加により密着性の低下が生じかえって被膜特性が劣化するからである。また、これらの本発明のタペットにおいて、ダイヤモンドライクカーボン膜がコーティングされるタペットの面は、ダイヤモンドライクカーボン膜の膜厚と同程度以下の粗面とすることが好ましい。すなわち、DLC膜がコーティングされるタペットは、コーティング前にDLC膜の膜厚と同程度以下の粗さにされている。例えば、DLC膜のコーティング層が $1 \mu m$ 程度の厚みを有

4

する場合、コーティングされるタペットは、コーティング前に R_{max} (最大表面粗さ) $1 \mu m$ 程度以下の粗さにされている。

【0010】また、これらの本発明のタペットにおいて、コーティングされたダイヤモンドライクカーボン膜は、スクラッチ試験においてき裂やはく離によって生じるAE(アコースティックエミッション)の発生荷重が $15N$ 以上である、十分な靱性及び密着性を有している。なお、スクラッチ試験は、先端半径 $0.2mm$ 、先端角 120° のダイヤモンド圧子をDLCコーティング面に垂直に、 $0N$ から $100N/min$ の割合で荷重を増加させながら負荷を加えていき、同時にDLCコーティング面を水平方向に $10mm/min$ の速度で移動させ、き裂やはく離が生じる際に発生するAEを検出することで行う。

【0011】また、これらの本発明のタペットにおいて、コーティングされたダイヤモンドライクカーボン膜は、プラズマCVD等のCVD(化学気相蒸着)、スパッタリング、イオンプレーティング等のPVD(物理気相蒸着)などの方法で作製される。また、これらの本発明のタペットにおいて、コーティングされたダイヤモンドライクカーボン膜は、超硬合金上でヌーブ硬さ $1000 \sim 2000 kg/mm^2$ の硬度で、靱性を有している。また、これらの本発明のタペットにおいて、タペットの摺動面とダイヤモンドライクカーボン膜のコーティング層との間に、 Si を含む中間層を形成させておくことで高い密着性を有するようにする。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明するが、本発明は下記の実施の形態に何ら限定されるものではなく、適宜変更して実施することが可能なものである。図1、図2は、本発明の実施の形態によるタペットを示している。図1は、浸炭材製のタペット本体10のカムとの摺動面12に、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜のコーティング層14を形成させたものである。また、図2は、浸炭材製のタペット本体10のカムとの摺動面12及びシリンダーヘッドの穴との摺動面16に、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜のコーティング層18を形成させたものである。

【0013】図1において、DLC膜は、例えば、原料に CH_4 (メタン)を用いて、高周波プラズマCVD法により、タペットのカムとの摺動面にコーティングされる。同様に、図2において、DLC膜は、例えば、原料に CH_4 (メタン)を用いて、高周波プラズマCVD法により、タペットのカムとの摺動面及びシリンダーヘッドの穴との摺動面の両方にコーティングされる。高周波プラズマCVD法によるDLC膜のコーティングは、密閉容器内で、電極上に浸炭材製タペットを配置し、例えば、密閉容器内を $10^{-4} \sim 1 Torr$ 程度の減圧状態にし、成膜温度が $200^\circ C$ 以下になるようにして、原料ガスで

5

あるメタン及び水素（30～40atm%）を導入するとともに、高周波電源により電極間にプラズマを発生させることにより行う。高周波プラズマCVD法によるDLC膜の成膜では、成膜面積が広くとれるために量産が可能であり、また、表面粗度及び摺動特性に優れたDLCコーティング層が得られる。

【0014】DLCコーティング膜の摩擦係数は非常に小さいので、内燃機関の吸排気弁を開閉駆動させるためにカムと摺動するタペットのカムとの摺動面（及びシリンダーヘッドの穴との摺動面）にDLC膜をコーティングすることで、摺動部での摩擦抵抗を小さくして摩擦損失を抑えることができ、内燃機関の燃費を向上させ、省資源化を図るのに非常に効果がある。また、DLCコーティング膜は、凝着を生じにくく、摺動相手材を摩耗させにくく、かつ、自身も摩耗しにくいので、摺動部での耐摩耗性や耐焼付性を向上させ、タペット及びカムやシリンダーヘッドのタペットと摺動する穴の内面の耐久性を向上させるのに非常に効果がある。

【0015】また、タペット表面にDLC膜をコーティングして、タペットの表面を改質できることから、タペットとカムの間に摺動特性を改善したシムを置く必要がなく、シムをタペットとバルブの間に置くことができるので、タペットの大きさを小さくして軽量化を図ることができ、動力損失を少なくすることができる。また、図2に示すように、タペットのシリンダーヘッドの穴との摺動面にもDLC膜をコーティングすることで、タペットとシリンダーヘッドの穴との摺動部でも摩擦損失の低減が図れる。また、DLC膜は、基材であるタペット本体の表面形状にそってコーティングされ、基材の表面粗さがほぼそのままコーティング後の表面粗さとなる。

【0016】

【実施例】本発明の実施例として、浸炭材製タペットのカムと摺動する面のみ、またはカム及びシリンダーヘッドの穴と摺動する面のみに、高周波プラズマCVD法によりDLC膜をコーティングした場合の特性について示す。SCM420浸炭焼入れ焼戻し材からなるタペットのカムと摺動する面のみ、またはカム及びシリンダーヘッドの穴と摺動する面のみに、高周波プラズマCVD法

6

により、DLC膜をコーティングした。コーティングしたDLCは、膜厚が約1 μ mで、硬度が超硬合金上でヌーブ硬さ約1300kg/mm²であった。また、スクラッチ試験においてき裂やはく離によって生じるAEの発生荷重は約20Nであった。また、DLCコーティング後の表面粗さはRmax約0.6 μ mであった。以上の特性を有するタペットを用いて、排気量750ccの4気筒4サイクルの実車エンジンで回転数1000～1400rpmにて耐久試験を行った結果、DLC膜をコーティングしたタペットでき裂やはく離は発生せず十分な耐久性を示した。一方、スクラッチ試験においてき裂やはく離によって生じるAEの発生荷重が15N未満のDLC膜に対して同条件の耐久試験を行った場合には、DLC膜をコーティングしたタペットではく離が生じ耐久性が不足していた。

【0017】つぎに、所定の試験材を用いて、カムとタペットとの摺動を模擬した摺動特性評価試験を実施した。試験は、図3に示すように、回転摩擦摩耗試験機を用いたボールオンディスク方式で、ディスク20として、それぞれ、SCM420浸炭焼入れ焼戻し材（浸炭焼入れ材22）からなる試験材、この浸炭焼入れ材22にDLC、TiN、CrNのいずれかの被膜24をコーティングした3種類の試験材を用い、ボール26には ϕ 10mmのカム相当材（SUJ2球、HRC63）を用いた。低粘度油の供給による潤滑下で、荷重は10kgf（ヘルツ面圧210kgf/mm²）、摺動速度は3.3m/s、試験温度は室温（約25℃）で30分間試験を行った。28は、ディスクとボールとの摺動部である。摺動特性評価試験の結果は、表1に示す通りである。表1の結果からわかるように、浸炭焼入れ材にDLC膜をコーティングすることで、浸炭焼入れ材のみの場合よりも摩擦係数及びカム相当材（ボール）の摩耗量が大幅に減少した。また、TiNやCrNの膜をコーティングした場合よりも摩擦係数及びカム相当材の摩耗量が少なく、大きな効果が得られた。

【0018】

【表1】

タペット相当材	摩擦係数	タペット相当材摺動部の状態	カム相当材の摩耗量（浸炭焼入れ材の場合を1とする）
浸炭焼入れ材	0.11	凝着摩耗の痕が見られる	1
浸炭焼入れ材にDLC膜をコーティング	0.05	ほとんど摩耗せず	0.1
浸炭焼入れ材にCrN膜をコーティング	0.13	ほとんど摩耗せず	0.6
浸炭焼入れ材にTiN膜をコーティング	0.13	ほとんど摩耗せず	0.4

【0019】

【発明の効果】本発明は上記のように構成されているので、つぎのような効果を奏する。

(1) タペットのカムとの摺動面及びシリンダーヘッドの穴との摺動面に、摩擦抵抗が小さく耐久性に優れ、適度な靱性及び密着性を有するダイヤモンドライクカー

ボン(DLC)膜をコーティングすることにより、カム及びシリンダーヘッドの穴との摺動部での摩擦抵抗を小さくして摩擦損失を最小限に抑えることができるので、内燃機関の燃費を向上させ、省資源化を図ることができる。なお、タペットのカムとの摺動面のみに、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜をコーティングする場合も、カムとの摺動部での摩擦抵抗を小さくして摩擦損失を抑えることができる。

(2) DLCコーティング膜は、凝着を生じにくく、摺動相手材を摩耗させにくく、かつ、自身も摩耗しにくいので、従来の浸炭材製タペットに比べて摺動部での耐摩耗性及耐焼付性が大幅に向上し、タペット及びカムやシリンダーヘッドのタペットと摺動する穴の内面の耐久性を向上させることができる。

(3) タペット表面にDLC膜をコーティングして、タペットの表面を改質できることから、タペットとカムの間に摺動特性を改善したシムを置く必要がなく、シムをタペットとバルブの間に置くことができるので、タペットの大きさを小さくして軽量化を図ることができ、動力損失を少なくすることができる。

(4) 適度な靱性及び密着性を有するDLC膜を用いることにより、内燃機関内の過酷な摺動条件でも、はく離や割れ等が生じることがない。

(5) DLC膜をコーティングすると、基材の表面粗

さがほぼそのままコーティング後の表面粗さになるので、コーティング後の表面粗さが基材の表面粗さよりも悪くなることはない。

(6) タペットの摺動面とDLC膜のコーティング層との間にSiを含む中間層を形成させる場合は、DLC膜の密着性が高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態によるタペットの一例を示す概略断面構成図である。

10 【図2】本発明の実施の形態によるタペットの他の例を示す概略断面構成図である。

【図3】カムとタペットとの摺動を模擬した摺動特性評価試験の方法を示す概略構成斜視図である。

【符号の説明】

10 タペット本体

12 カムとの摺動面

14、18 ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜のコーティング層

16 シリンダーヘッドの穴との摺動面

20 ディスク

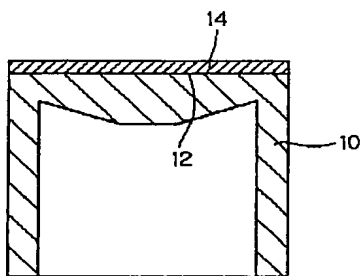
22 浸炭焼入れ材

24 被膜

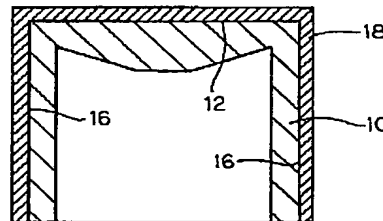
26 ボール

28 摺動部

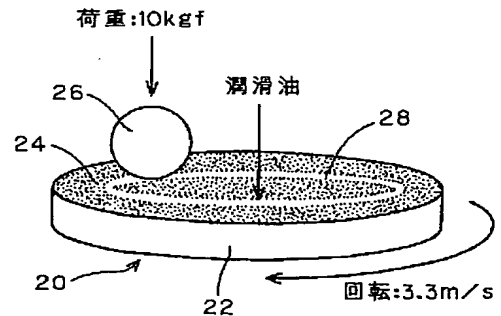
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 潔
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業
株式会社明石工場内

(72)発明者 芋野 兵衛
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業
株式会社明石工場内

(72)発明者 犬飼 忠
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業
株式会社明石工場内

Fターム(参考) 3G016 BB04 BB06 CA57 EA00 EA24
FA00 FA21 GA01 GA02
4G077 AA03 AB03 BA03 DA11 DA15
DB16 ED04 EH01 FB06 HA13
4K029 AA02 AA27 BA34 BB02 BC02
BD05 CA03 CA05 EA01 FA01